



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA RURAL**

**FRAÇÕES E QUALIDADE DA MATÉRIA ORGÂNICA EM  
LATOSSOLO SOB DIFERENTES COBERTURAS NA CAATINGA**

**TALES EMANUEL DUARTE SANTOS**

**AREIA- PB**  
**DEZEMBRO DE 2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA RURAL**

**FRAÇÕES E QUALIDADE DA MATÉRIA ORGÂNICA EM  
LATOSSOLO SOB DIFERENTES COBERTURAS NA CAATINGA**

**Tales Emanuel Duarte Santos**

**Orientando**

**Prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias**

**Orientador**

**AREIA- PB**

**DEZEMBRO DE 2018**

**TALES EMANUEL DUARTE SANTOS**

**FRAÇÕES E QUALIDADE DA MATÉRIA ORGÂNICA EM  
LATOSSOLO SOB DIFERENTES COBERTURAS NA CAATINGA**

Trabalho de Graduação apresentado à  
Coordenação do Curso de Agronomia do  
Centro de Ciências Agrárias da  
Universidade Federal da Paraíba, em  
cumprimento às exigências para a  
obtenção do título de Engenheiro  
Agrônomo.

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias**

**AREIA – PB**

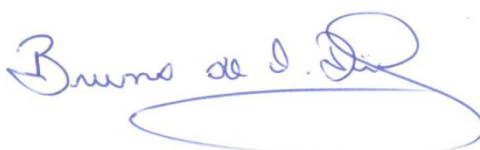
**DEZEMBRO DE 2018**

**TALES EMANUEL DUARTE SANTOS**

**FRAÇÕES E QUALIDADE DA MATÉRIA ORGÂNICA EM  
LATOSSOLO SOB DIFERENTES COBERTURAS NA CAATINGA**

MONOGRAFIA APROVADA EM: 07/12/2018


**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias - Orientador

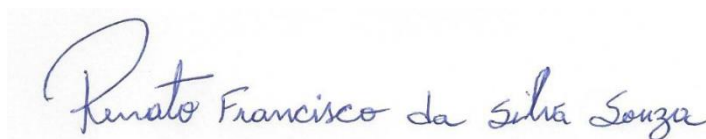
DSER/CCA/UFPB



---

Prof. Dr. Flávio Pereira de Oliveira – Examinador

DSER/CCA/UFPB



---

Eng. Agrônomo Ms. Renato Francisco da Silva Souza – Examinador

Doutorando do PPGCS/UFPB

## DEDICATÓRIA

*A Deus,*

*Ao meu avô Severino,*

*Aos meus pais Luis e Valéria,*

*E a todos que de*

*alguma forma*

*inspiraram o meu*

*melhor.*

**DEDICO.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por proporcionar o dom da vida, a energia e as ferramentas para ir de frente contra os obstáculos, além de momentos que permitiram ser quem sou hoje.

Ao meu avô Severino da Silva Pereira por me propiciar o amor pelo campo e natureza, como também, meus pais Luis Antonio da Silva Santos e Carmem Valéria Duarte Santos, e juntos com minha avó Alzira Duarte, obtive o apoio para ir de encontro aos meus sonhos e os melhores valores do ser humano a serem cultuados.

As minhas irmãs Thays Emanuely e Tássia Maria e meu cunhado Jaime Costa, por todo amor, carinho e expectativas geradas a mim.

Aos meus tios e primos, em especial, Rosemary e Matheus por sempre me incentivarem, junto com seu carinho, a formação na área de ciências agrárias.

À Universidade Federal da Paraíba, oportunidade de ser bolsista CNPq, pelo conhecimento de nível técnico no CAVN e a graduação em Agronomia pelo CCA.

À minha cidade de Arara-PB, em especial as comunidades rurais Gamelereira, Araçá e Cuité dos Bitus, pelos momentos em minha infância com meu avô, onde recebi a vocação e carinho pelo curso de agronomia.

Ao prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias, prof. Dr. Raphael Moreira Beirigo, prof. Dr. Flávio Pereira de Oliveira, prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vânia da Silva Fraga, prof. Dr.<sup>a</sup> Hemmannuella Costa Santos, prof. Dr. Alex da Silva Barbosa, prof. Dr. Álvaro Carlos de Gonçalves Neto, prof. Dr. Elton Roger Alves de Oliveira, prof. Dr. Marcos Paulo Carrera Menezes, pelas orientações, por acreditar sempre no meu potencial, e mais ainda, pelo vínculo de companheirismo e amizade, como meus pais e mães acadêmicos.

À toda equipe do laboratório de Matéria Orgânica, em especial ao meu amigo companheiro de PIBIC Belchior Trigueiro, a coordenadora Kaline, como também a Liliane, Daniel e Catiana, pelos dias felizes de batente e conhecimento adquirido.

À toda equipe do laboratório de Física do Solo, em especial ao Pedro Luan pelo apoio moral e científico, ao José Otávio, Igor, Alison, Danilo, Edjane, Camila, João Pedro, Nabor, Juscelino e Robeval Diniz, pelos momentos inesquecíveis vividos.

A todos os amigos, e em especial, Rafael e Robson Medeiros, Pedro Sayron, Eugênio, Silvana, Lucy, Alex Eleutério, Mateus Alves, Matheus Maia, José Nailson, Severino Moreira, Thainá Cândido, Caio, Kaio Souza, Rogério, Talita, Paulo Marks, Vanessa, João Felipe.

**Obrigado a todos!**

## SUMÁRIO

LISTAS DE FIGURAS.....	i
LISTAS DE TABELAS.....	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. Geral.....	13
2.2. Específicos.....	13
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1. Bioma Caatinga .....	14
3.2. Solos do bioma Caatinga.....	14
3.3 Sistema de manejo e uso do solo.....	16
3.3.1..Pastagem.....	17
3.3.2. Agricultura.....	18
3.4. Matéria orgânica: Fração leve e qualidade do solo.....	19
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4.1. Caracterização da área.....	21
4.2. Processamento das amostras.....	23
4.3. Fracionamento Físico da Matéria orgânica .....	24
4.4. Análise estatística.....	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
6. CONCLUSÕES.....	33
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	34

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Área de coleta de solo sob domínio de Caatinga: (A) Caatinga nativa; (B) Pastagem; (C) Agricultura.....	22
<b>Figura 2.</b> Trincheira para coleta de amostras de solo. (A) gabarito para marcação da trincheira. (B) trincheira de 0,7 x 0,7 x 1,00 m. (C) detalhe da estratificação do perfil do solo em camadas para coleta de amostras de solo.....	23
<b>Figura 3.</b> Matéria orgânica particulada (MOP) em domínio de Caatinga sob três coberturas de solo (agricultura, caatinga nativa e pastagem) nas profundidades 0-10; 10-20 cm.....	27
<b>Figura 4.</b> Carbono da matéria orgânica particulada (C-MOP) em domínio Caatinga sob três coberturas de solo (agricultura, caatinga nativa e pastagem) nas profundidades 0-10; 10-20 cm.....	28
<b>Figura 5.</b> Índice de manejo do carbono (IMC) em áreas sobre o domínio da Caatinga sob três coberturas de solo (agricultura, caatinga nativa e pastagem) nas profundidades 0-10; 10-20 cm.....	29
<b>Figura 6.</b> A Distribuição vertical da matéria orgânica particulada (MOP) e B - Carbono associado a matéria orgânica particulada (C-MOP) e C - Carbono associado aos minerais (COM) sob três coberturas de solo (agricultura, caatinga nativa e pastagem) nas profundidades(0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm).....	30
<b>Figura 7.</b> Média de razão estratificada do carbono orgânico total, tomando como referência a camada de 0-10 cm dividida pela camada 80- 100 cm, para cada cobertura de solo.....	32



## Lista de Tabelas

**Tabela 1.** Histórico e descrição das áreas experimentais.....22

**Tabela 2.** Sendo significativas (5%) as diferenças entre as coberturas entre caatinga nativa e pastagem, a partir do teste de Fisher-Bonferroni, os valores estão em destaque.....32

SANTOS, Tales Emanuel Duarte. **Frações e qualidade da matéria orgânica em Latossolo sob diferentes coberturas na Caatinga**. Areia - PB, 2018. 44p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) – Universidade Federal da Paraíba.

## RESUMO

A vegetação nativa desempenha diversos serviços ecossistêmicos, e são importantes para a manutenção do equilíbrio do clima global e sequestro do carbono da atmosfera, dessa forma, mudança do uso do solo, proveniente da ação antrópica, tem o efeito significativo de alterar a dinâmica da matéria orgânica.. Dessa forma, esse trabalho teve como objetivo determinar a partir de indicadores de qualidade da matéria orgânica, o sistema de manejo e uso do solo menos degradativo nos solos da Caatinga, entre sistema agrícola e pastagem, através do fracionamento físico da matéria orgânica do solo e razão estratificada em Latossolo. A pesquisa foi desenvolvida em no município de Santa Luz (PI). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, constituídos por três coberturas de solo sob o domínio da Caatinga: área com mata nativa, pastagem e agricultura. Foram coletadas amostras de solos indeformadas e as deformadas, nas profundidades (0-10,10-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm) com três repetições para cada área. Foram realizados fracionamento físico da MOS: matéria orgânica particulada (MOP), C- associado a matéria orgânica particulada (C- MOP), C - associado aos minerais (COM), índice de manejo do carbono (IMC) e razão estratificada. A distribuição vertical do carbono afeta a quantidade de MOP, C- MOP, COM e IMC dos sistemas de uso do solo estudados. As coberturas pastagem e agricultura diminuiu os valores de MOP, C-MO e COM no perfil do solo, nenhuma dessas coberturas teve capacidade de restaurar os valores inicial do solo, dificultado a proteção dessas frações no solo. As coberturas do solo com pastagem e agricultura apresentam índice de manejo de carbono inferior a 100, o que indica impacto negativo do manejo do solo sobre a qualidade física dessas áreas. A razão de estratificação do carbono orgânico mostrou potencial ao ser sensível em identificar diferenças nos sistemas de manejo, como parâmetro de qualidade de solo.

**Palavras-chaves:** Pastagem, Agricultura, estoque de C, razão de estratificação, carbono em profundidade.

SANTOS, Tales Emanuel Duarte. **Fractions and quality of the organic matter in Ferralsols under different coverages in the Caatinga**. Areia - PB, 2018. 44p. Course Completion Work (Graduation in Agronomic Engineering) - Federal University of Paraíba.

### **ABSTRACT**

Native vegetation plays a variety of ecosystem services, and are important for maintaining global climate balance and sequestering carbon from the atmosphere, thus, changing land use from anthropogenic action has the significant effect of changing the dynamics of matter. The aim of this work was to determine, from organic matter quality indicators, the less degraded soil management and use system in Caatinga soils, between the agricultural system and pasture, through the physical fractionation of organic matter of soil and stratified ratio in Latosol. The research was developed in the municipality of Santa Luz (PI). The experimental design was a randomized block, consisting of three soils under the Caatinga domain: an area with native forest, pasture and agriculture. Samples of undisturbed and deformed soils were collected at depths (0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-80 and 80-100 cm) with three replicates for each area. Physical fractionation of the MOS: particulate organic matter (PMO), C - associated with particulate organic matter (C - POM), C - associated with minerals (CAM), carbon management index (CMI) and stratified ratio. The vertical distribution of carbon affects the amount of PMO, C-PMO, CAM and CMI of the studied soil use systems. The pasture and agriculture coverages decreased the values of PMO, C-POM and CAM in the soil profile, none of these coverages had the capacity to restore the initial values of the soil, making it difficult to protect these fractions in the soil. Soil coverages with pasture and agriculture have a carbon management index of less than 100, which indicates a negative impact of soil management on the physical quality of these areas. The stratification ratio of organic carbon showed potential to be sensitive in identifying differences in management systems as a parameter of soil quality.

**Key words:** Pasture, Agriculture, C stock, stratification ratio, carbon in depth.

## 1. INTRODUÇÃO

Os diferentes sistemas de uso do solo provocam alterações em seus atributos do solo, que podem significar perda de qualidade, portanto, a compreensão e a quantificação do impacto do uso e manejo do solo são fundamentais no desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis (Dexter & Youngs, 1992; Batista et al., 2014; Baldotto et al., 2015). Desta forma, devem-se reunir propriedades físicas, químicas e biológicas capazes de se relacionar com as funções do solo e, portanto, mostrar mudanças ocorridas na qualidade deste recurso, refletindo as alterações da sua condição frente ao uso da terra e sistemas de manejo (Doran & Parkin, 1994).

Neste raciocínio, há a tendência que ocorra alteração do equilíbrio de um ambiente natural, sobretudo, pela retirada da vegetação e exposição do solo, com consequentes perdas de qualidade e quantidade de matéria orgânica (Souza et al., 2006), como também pela aplicação de fertilizantes e defensivos agrícolas, tráfego de máquinas e alteração do regime hídrico nas bacias hidrográficas (Corrêa et al., 2010).

As maiores taxas de decomposição da MOS observadas em áreas sob cultivo ocorrem devido às perturbações físicas do solo, que implicam rompimento dos macroagregados, levando à exposição da MO protegida aos processos microbianos, contribuindo, dessa forma, para aumentar as taxas de emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera (Zinn et al., 2005).

À medida que a vegetação nativa é substituída por sistemas agrícolas, os estoques de carbono orgânico (CO) podem ser drasticamente reduzidos, com perdas da ordem de 50 % nos primeiros 20 cm de profundidade do solo e de até 20 % na profundidade de um metro (Estados Unidos, 1999). O fluxo de C para a atmosfera ocorre em detrimento do C armazenado nas camadas mais superficiais do solo tomando em conta, a relação de perdas de matéria orgânica em solo cultivado (Júnior et al., 2008). Em lógica deste fluxo, Franzluebbers (2002) propôs a razão de estratificação (RE), que consiste na relação entre o C orgânico presente na camada (0-5 cm) e (12,5-20 cm) do solo. Assim, para solos sob manejo convencional seria esperado um valor de RE menor que 2,0 de valor, enquanto que, sob manejo conservacionista (plantio direto), esse valor poderia ser superado, relatando que os valores de RE deveriam aumentar à

medida que o solo obtivesse um manejo mais conservacionista ou até mesmo de preservação.

Segundo Baldock (2002) e Baldock & Skjemstad (2000) há uma divisão de diferentes componentes da MOS, baseada em padrões biológicos, na composição química, e na interação de componentes químicos e físicos. De acordo com o grau de estabilidade desta matéria orgânica podem ser classificadas em lábil e estável, a primeira é mais propensa ao ataque microbiano, enquanto que a segunda é associada aos minerais, cujos compostos apresentam recalcitrância molecular.

Um sistema de uso do solo diferente do sistema natural ou prática de manejo inadequada, auxilia a perda de qualidade destes solos, que é acompanhado pela redução nos teores de MOS, além de piorar a qualidade deste material orgânico, tal que as frações mais biodisponíveis reduzem, enquanto que as mais recalcitrantes são enriquecidas (Preston et al., 1996; Júnior et al., 2008). Aliado que em solos tropicais, a taxa de perda de carbono da fração leve é de duas a onze vezes maiores que a fração pesada (DALAL; MAYER, 1986).

A partir desta relação, é justificado avaliar a razão de estratificação das frações lábeis da MOS relacionando a qualidade solo, dando suporte de dados para pesquisas científicas, tendo base pra identificar impactos causados.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivos Geral**

Tem como objetivo avaliar as frações orgânicas e qualidade da matéria orgânica em Latossolo sob diferentes coberturas em área da Caatinga Piauiense.

### **2.2. Objetivos específicos:**

- Avaliar os teores de MOP, C- MOP, COM das frações orgânicas em diferentes coberturas do solo;
- Avaliar a razão estratificada a partir do COT do solo sob diferentes coberturas;
- Avaliar o índice de manejo de carbono a partir de dados do COT e as frações físicas da MOS;

- **REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1. Bioma Caatinga**

O bioma caatinga ocupa uma área com cerca de 750.000 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 54% da região Nordeste e 11% do território brasileiro, englobando parte dos nove estados nordestinos e o norte de Minas Gerais (Alves et al., 2009).

Rica em Biodiversidade, o bioma Caatinga abriga 178 espécies de mamíferos, 591 espécies de aves, 177 espécies de répteis, 79 de anfíbios, 241 espécies de peixes e 221 de abelhas (MMA, 2018). Possui papel importante dentro do cenário brasileiro, pois, em sua área de expansão residem 27 milhões de pessoas, que usam dos seus recursos naturais para sobreviver, seja através das diversas formas de extrativismo ou pela prospecção mineral (MMA, 2018).

Contudo, tem se observado que o desmatamento, o sobrepastejo e a conversão de matas em áreas para a produção de alimentos estão ocasionando sérios problemas ambientais ao bioma Caatinga, reduzindo a capacidade de resiliência e comprometendo a sobrevivência de futuras gerações.

As espécies vegetais que compõem o bioma produzem cerca de 4000 kg de matéria seca, por hectare ao ano, contudo apenas 10% fica disponível para alguma forma de alimentação (Pereira Filho, 2013). A produção de biomassa é um fator chave na manutenção dos nutrientes no ecossistema, que começa com o processo de deposição da serapilheira, incluindo as taxas anuais de queda de material decíduo, terminando com o processo de decomposição e liberação de nutrientes no sistema solo (Santana; Souto, 2011; Lima et al., 2015).

Assim, é de grande importância manter a cobertura vegetal e serapilheira na proteção e conservação dos solos, principalmente se tratando de redução na incidência de raios solares na época de secas e proteção quanto ao impacto direto das gotas das chuvas no período chuvoso (Souto, 2006; Lopes et al., 2009).

Segundo Souto et al. (2009), a decomposição da serapilheira no bioma Caatinga apresenta alguns diferenciais quando se compara com outros biomas, pois, as relações C/N e C/P são mais elevadas, evidenciando uma redução nas taxas de decomposição.

### **3.2. Solos do bioma caatinga**

O semiárido nordestino, em função de sua extensão territorial, apresenta uma acentuada variabilidade edáfica espacial, encontrando-se uma grande diversidade de solos, que variam de pouco a muito intemperizados (Silveira et al., 2006). Os solos do bioma Caatinga, com rara exceção, são pouco desenvolvidos, mineralmente ricos, pedregosos e pouco espessos, com fraca capacidade de retenção de água (Alves et al., 2008).

Contudo, quando se fala de uso e ocupação, grande parte dos solos utilizados pela agricultura, é originária de sedimentos atribuídos à área pedimentar (pleistoceno-plioceno) e pedimentos que recobrem o embasamento cristalino pré-cambriano (Santos et al., 1991).

A partir desses materiais são desenvolvidas diversas classes de solo, com destaque para Latossolos e Argissolos (Amarelos e vermelho-amarelos), os Neossolos (Litólicos, Regolíticos e Quartzarênicos), Luvisolos (Háplicos e Crômicos), além de Planossolos (Háplico e Nátrico) (Jacomine et al., 1973; Codevasf, 1976; Santos et al., 2002).

Vários são os fatores envolvidos no processo de formação desses solos, sendo o relevo um dos mais preponderantes, pois determina o tipo de cobertura pedológica, influenciando nos processos de evolução e formação (Oliveira, 2014).

Os Latossolos do bioma Caatinga ocorrem em grandes extensões territoriais nas chapadas sul do Piauí, sertão de Pernambuco e Bahia e norte de Minas Gerais, ocupando aproximadamente 156.727 km<sup>2</sup>, 21% do semiárido brasileiro (Jarbas et al., 2018).

São solos profundos, bem drenados, friáveis, de horizonte superficial pouco espesso e baixos teores de matéria orgânica; são quimicamente pobres e apresentam baixa capacidade de troca catiônica. São solos bastante utilizados pela agricultura de sequeiro, com destaque para a produção de milho, feijão, mamona e algodão (Melo Filho; Souza, 2006).

Contudo a intervenção humana tem favorecido o processo de degradação do solo no bioma caatinga, com destaque para os Luvisolos, Planossolo Nátrico e Neossolo Litólico, em função da profundidade relativamente baixa e elevado grau de erodibilidade (Chaves et al., 2004; Chaves et al., 2015).

### **3.3. Sistemas de manejo e uso do solo**

O manejo do solo tem um papel fundamental na sustentabilidade dos agroecossistemas, mantendo o solo produtivo em consonância com as mudanças climáticas. No semiárido, tem se observado que a exploração excessiva dos recursos naturais tem agravado o processo de degradação do solo, principalmente, pela ausência de chuvas e a falta de conhecimento da população (Lima et al., 2016).

Quando mal inadequadamente adotado os sistemas de manejo podem modificar os atributos do solo, comprometendo sua qualidade e promovendo alterações nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo (Lira et al., 2012). No semiárido nordestino os principais problemas envolvidos no processo de degradação do solo são: a retirada predatória da cobertura vegetal, queimadas, pastoreio e pressão populacional (Souza, 2009).

A retirada de produtos agrícolas sem a devida reposição de nutrientes está ocasionando a perda de fertilidade e capacidade produtiva dos solos da caatinga (Barreto et al., 2010), necessitando-se a adoção de técnicas de manejo eficientes que contribuam para a conservação do ambiente, sem que haja prejuízos para a produção de alimentos, sejam de origem vegetal ou animal.

Para Volk e Cogo (2014), as principais práticas de manejo que influenciam diretamente no processo de degradação do solo da caatinga são as operações de preparo do solo e semeadura, determinando as condições físicas de superfície e subsuperfície do solo.

A fertilidade e a biologia do solo são fortemente alteradas pelas práticas de manejo do solo, por isso é importante compreender e quantificar o impacto do uso e manejo do solo, para delinear os sistemas agrícolas sustentáveis (Carneiro et al., 2009; Bavoso et al., 2010; Silva et al., 2015), que se adequem as características intrínsecas de determinadas regiões.

Medidas como adoção de sistemas de produção que reduzam parcial ou totalmente o revolvimento do solo, tem sido amplamente adotada no Brasil como forma de reduzir os problemas com erosão e melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo em superfície (Pereira et al., 2009). No bioma Caatinga, a utilização dos sistemas sustentáveis seria de grande importância para a conservação do solo, mesmo diante das adversidades climáticas e ecológicas da região.



### 3.3.1. Pastagem

As pastagens são responsáveis pelo sustento e produção de grande parte da carne bovina consumida pelos brasileiros. Estima-se que no ano de 2017 o Brasil possuía 187 milhões de hectares ocupados com pastagem (Embrapa, 2018). Contudo, as últimas pesquisas indicam que grande parte dessas pastagens apresentam algum estado de degradação (Dias Filho, 2007).

Os fatores envolvidos nesse processo de degradação são: o pisoteio excessivo e a taxa de lotação acima da capacidade de suporte, gerando problemas de cunho conservacionista, além de tornar a atividade econômica insustentável (Rocha Júnior et al., 2013).

No semiárido nordestino, a pastagem nativa é utilizada como a principal fonte de alimento pelos animais (Holanda Júnior, 2006). Contudo, em função da grande procura por alimento, os produtores passaram a substituir as pastagens nativas por cultivadas no bioma caatinga, com a problemática de apresentarem ciclo e porte de vida diferentes (Sampaio et al., 2005).

A substituição da vegetação por pastagens sem a devida reposição de nutrientes tem levado à perda de capacidade produtiva desses solos (Barreto et al., 2010). Outro fator que deve ser dado destaque é a elevação no processo de compactação do solo (Richart et al., 2005), que em áreas de pastagens tem comprometido o desenvolvimento do sistema radicular e a produção de biomassa.

Alguns trabalhos demonstram que a utilização de gramíneas, principalmente, as do gênero *Brachiaria*, são imprescindíveis no processo de descompactação do solo (Gonçalves et al., 2006), em grande parte ocasionado pela elevada produção de matéria seca (Severiano et al., 2013).

O cultivo de pastagens como sistema de cobertura do solo gera efeitos diversos dentro do sistema, pois a elevada produção de biomassa reduz os efeitos da erosão e amplitude térmica do solo, perdas de água por evaporação e manutenção da umidade do solo, maior ciclagem e disponibilidade de nutrientes para as plantas, acúmulo de carbono no solo e impacto na redução de incidência de plantas daninhas (Salton; Tomazi, 2014).

Em trabalho publicado por Araújo et al (2011), que avaliava o impacto da conversão floresta-pastagem nos estoques e na dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo no bioma amazônico, os autores observaram que a substituição da floresta por pastagem favoreceu o incremento de carbono na camada superficial do solo, porém reduzem a estabilidade estrutural da matéria orgânica do solo.

Por ser pouco estudada, é imprescindível realizar observações que verifiquem a influência do cultivo de pastagens nas propriedades físicas, químicas e biológicas do bioma Caatinga, a fim de que se busquem sistemas de produção que promovam melhorias sem danificar a estrutura ambiental e a conservação do ecossistema.

A estimativa do estoque de carbono no bioma Caatinga segue fluxos semelhantes nos diferentes sistemas de uso e ocupação, apresentando algumas diferenças em ordem decrescente quando avaliados em mata nativa, pastagens abertas e em áreas com produção de culturas de ciclo curto (Sampaio; Costa, 2011).

### **3.3.2. Agricultura**

A agricultura é uma das principais fontes de renda no Brasil, destacando-se por participar dentro do cenário internacional, como uma das principais potências agrícolas do mundo.

Contudo, existem procedimentos que são seguidos quando se pretende implantar uma área de produção, procedimentos esses voltados a diferentes sistemas de manejo. O desmatamento é uma das práticas de manejo mais adotadas antes de se implantar uma área de cultivo (Deus; Bakonyi, 2012).

Segundo dados do Ministério de Agricultura e Pecuária (MAPA), a agricultura familiar brasileira é a oitava maior produtora de alimentos do mundo, com um faturamento anual de 84,6 bilhões de dólares (MAPA, 2018).

Estima-se que no semiárido nordestino, aproximadamente 50% da população ainda vive no meio rural (Sampaio et al., 2005), praticando agricultura de sequeiro e sobrevivendo diante das mudanças climáticas e ambientais. A agricultura tem sido apontada como um dos fatores de maior influência na degradação dos solos nordestinos, trazendo como consequências a perda de biodiversidade e modificação dos ciclos hidrológicos (Silva et al., 2015).

No Nordeste o tipo de agricultura que predomina é a de sequeiro, realizada principalmente, em pequenas propriedades, utilizando técnicas rudimentares de preparo do solo como queimadas e supressão da cobertura vegetal (Silva et al., 2015), intensificando a degradação física, química e biológica do solo.

O revolvimento e remoção da camada superficial do solo na produção de alimentos, causam impacto negativo imediato na microbiota do solo e em seus processos (Valarini et al., 2009), necessitando assim, de alternativas sustentáveis que mantenha a produção de alimentos sem ocasionar danos físicos ao sistema.

A mecanização é uma ferramenta utilizada no preparo do solo para a produção de alimentos em áreas de produção e, tem como objetivo melhorar as condições físicas do solo para a instalação de cultivos. Entretanto, quando mal aplicada a mecanização acaba comprometendo o crescimento e desenvolvimento dos vegetais, em função do processo de degradação (Vitória et al., 2014).

A rápida degradação do solo sob exploração agrícola no mundo, especialmente nos países tropicais em desenvolvimento, despertou, nas últimas décadas, a preocupação com a qualidade do solo (Alves; Suzuki, 2004).

Existe uma necessidade urgente de utilizar a agricultura na redução das mudanças climáticas. Acredita-se que uma das grandes oportunidades esteja na recuperação dos teores de matéria orgânica antes cultivada sob preparo convencional na recuperação de carbono (Amado et al., 2001) e, manutenção das características adequadas de produção. No bioma Caatinga, as práticas convencionais de produção de alimentos devem ser revistas, de forma que se reduza o máximo possível o processo de degradação do solo.

### **3.4. Matéria orgânica: Fração leve e qualidade do solo**

A matéria orgânica do solo pode ser definida como todo material orgânico, vegetal ou animal (liteira, fragmentos de resíduos, biomassa microbiana, compostos solúveis) e a matéria orgânica ligada intimamente aos argilominerais do solo (Steveson, 1994). Desempenha papel importante na qualidade do solo para o crescimento das plantas (Tormena et al., 2004), melhoria da fertilidade e atributos físicos e biológicos do solo.

A matéria orgânica é subdividida em diferentes frações (Nascimento et al., 2010), contudo são amplamente sensíveis às práticas de manejo. Quando se realiza a quantificação das frações da matéria orgânica do solo, a metodologia se baseia no grau de associação da (MOS), com a matriz solo, ou seja, o carbono pode estar livre ou fracamente associado a matriz solo (Gazolla et al., 2015).

A matéria orgânica pode ser separada em diferentes frações ou compartimentos. Os teores de C-fração leve, varia com o tipo de solo, o clima e com as práticas de manejo adotado (Janzen et al., 1992). As taxas acentuadas de decomposição da fração leve se deve a natureza lábil de seus constituintes e à ausência de proteção pelos colóides do solo. Em função da sua maior biodisponibilidade, a fração leve se constitui em uma importante fonte de energia e carbono para a biomassa microbiana (Janzen et al. 1992).

O conteúdo de matéria orgânica do solo vem sendo bastante estudado nos diferentes sistemas de produção e bioma brasileiros. Pois, é considerado um dos principais indicadores de sustentabilidade e qualidade ambiental dos agroecossistemas (Rossi et al., 2011).

Segundo Melo Filho (2006) em decorrência, a vegetação do bioma caatinga e do clima semiárido, o conteúdo da matéria orgânica do solo é naturalmente baixo. Assim, o fornecimento para o sistema é limitado pela baixa produção de biomassa vegetal. Nestas condições, onde a precipitação anual é menor que a evapotranspiração, a umidade é baixa, a temperatura e o pH do solo geralmente é em torno da neutralidade, há uma facilidade muito grande para a mineralização do húmus, resultando em uma diferença negativa entre a incorporação e a perda de matéria orgânica. Ao qual é acentuado pela retirada dos resíduos da biomassa quando a erosão remove as camadas mais superiores do solo.

A compreensão da (MOS) em sistemas de produção é de grande importância, pois, permite subsidiar o estabelecimento de estratégias de manejo que garantam o incremento de MOS ao longo do tempo, influenciando os principais processos físicos, químicos e biológicos do solo (Hermle et al., 2008; Rossi et al., 2011).

Em solos tropicais e subtropicais, a MOS tem a evidência essencial de fornecimento de nutrientes às culturas, aumentando a CTC, à complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes, melhorando as condições de agregação do solo, no fluxo da água, na aeração e à atividade biológica (Bayer & Mielniczuk, 2008).

A estratificação da matéria orgânica no perfil de solos tem sido utilizada como um parâmetro indicativo de qualidade do solo, não havendo relatos de sua utilização em solos brasileiros sobre diferentes sistemas de manejo (Franzluebers, 2002; Tormena et al., 2004). No bioma Caatinga a produção de biomassa vegetal é relativamente baixa, processo esse que influencia diretamente na baixa deposição de matéria orgânica no solo.

A vegetação consiste na principal fonte de deposição de materiais orgânicos no solo e seu fluxo é determinado a partir do equilíbrio existente entre a entrada de (MOS) e a saída de CO<sub>2</sub> para o ambiente (Costa et al., 2013). Além da estratificação outras metodologias podem ser utilizadas na avaliação da taxa de deposição e decomposição de matéria orgânica no solo. A respiração basal é uma delas, pois é altamente influenciado pelo tipo de vegetação, sobretudo pelas mudanças no microclima local e na quantidade de serapilheira (Moura et al., 2015).

A fração leve, devido a sua facilidade de decomposição e ligação com o suprimento de resíduos orgânicos ao sistema solo (Christensen, 2000), está sendo utilizada na quantificação de indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas. E por apresentar maior variabilidade espacial e sazonal, diferentemente das demais frações, a fração leve apresenta uma certa sensibilidade a alterações no ecossistema solo, o que afeta substancialmente a quantidade de carbono da fração leve e a população microbiana (Spycher et al., 1983; Correia et al., 2015).

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

##### **4.1. Caracterização da área**

A área das coberturas de solo analisadas, estão situadas na região sob domínio do bioma caatinga no estado do Piauí (Brasil), localidade de Crioli no município de Santa Luz (08° 57' 14" S 44° 07' 46" W) com altitude 345 m e relevo plano, onde estão sob solo de classificação Latossolo Amarelo Distrófico (Embrapa, 2006) de textura francoarenosa com variações de franco-argilo-arenosa.

O clima é sub-úmido seco (tipo C1) pela classificação de Thornthwaite & Mather (1955), com temperatura média de 26,5 °C e precipitação média anual de 1200 mm, com estação chuvosa de outubro a abril, sendo de janeiro a março o trimestre mais chuvoso (Silva Filho et al., 1994). A região possui duas estações bem definidas, sendo

uma chuvosa que engloba os meses de outubro a maio e a outra seca que vai de junho a setembro.

Foi selecionado o bioma Caatinga e três formas de uso do solo: mata nativa, pastagem e agricultura (Figura 1) para o estudo. Em cada área selecionada, em função das coberturas de solo, foram coletadas amostras de solo em sete profundidades na trincheira (0-10,10-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm), com três repetições, totalizando 63 amostras. A tabela 1 apresenta o histórico das coberturas estudadas.



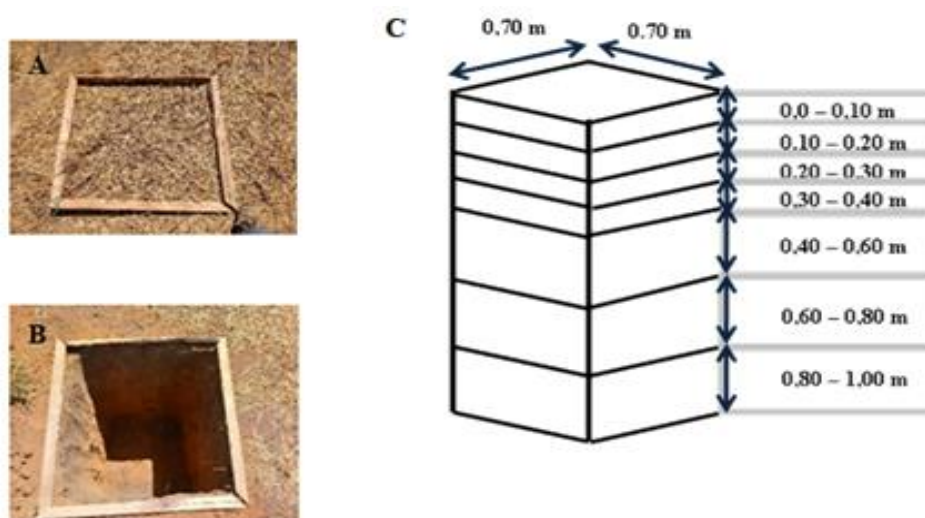
**Figura 1.** Área de coleta de solo sob bioma Caatinga: (A) Caatinga nativa; (B) Pastagem; (C) Agricultura.

**Tabela 1.** Histórico e descrição das áreas experimentais.

Coberturas de solo	Histórico
<b>Caatinga Nativa</b>	Composta por plantas de porte arbóreo e arbustivo-arbóreo. As principais espécies encontradas nas áreas são: <i>Mimosa hostilis</i> Benth(Jurema), <i>Miconia albicans</i> (caneva de velho), <i>Combretum duarteanum</i> Cambess (vaqueta), <i>Acacia glomerosa</i> Benth (espinho preto) etc.
<b>Pastagem</b>	Área desmatada em 2013. No ano de 2015 foi realizado o plantio do pasto ( <i>Pennisetum purpureum</i> Schumacher capim elefante). Área irrigada, irrigação por aspersão. Não utilizou nenhum fertilizante químico.
<b>Agricultura</b>	Área desmatada em 2011. Em 2012/2013 plantio de milho e feijão. No ano de 2014 foi realizado o plantio de mandioca. Em 2016 plantio de milho.

#### Amostragem de solo

Trincheira com dimensões de 0,7 x 0,7 metros, com 1,00 m de profundidade. As amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0,0 - 0,10 m; 0,10-0,20 m; 0,20-0,30 m; 0,30 – 0,40 m; 0,40 – 0,60 m; 0,60 -0,80 m e 0,80 – 1,00 m, como a exemplo (Figura 2).



**Figura 2.** Trincheira para coleta de amostras de solo. (A) gabarito para marcação da trincheira. (B) trincheira de 0,7 x 0,7 x 1,00 m. (C) detalhe da estratificação do perfil do solo em camadas para coleta de amostras de solo.

#### 4.2. Processamento das amostras

As amostras coletadas foram de dois tipos: amostras deformadas indeformadas (Figura 4). Antes da abertura da trincheira, foi realizada a limpeza da área onde as amostras de solo foram coletadas, para a determinação da densidade do solo e da textura de cada camada amostrada com três repetições, utilizando-se o método do anel volumétrico descrito em EMBRAPA (2017).

As amostras indeformadas foram secas em estufa a 105°C por 72 horas para posterior determinação da massa. Já as amostras deformadas de solo foram secas ao ar e inicialmente passadas em peneira de 2 mm para posterior análises das frações físicas do solo e em peneira de 100 mesh (0,149 mm) para determinação dos teores de C. As análises de C foram realizadas por meio de auto analisador de C - LECO modelo CHN 600, na Embrapa Solos – Rio de Janeiro.

A densidade do solo ( $D_s$ ) foi então determinada pela equação:

$$D_s = m / V$$

onde,  $D_s$  é a densidade solo ( $\text{g cm}^{-3}$ ),  $m$  é a massa do solo seco a  $105^\circ \text{C}$  por 72 horas (g) e  $V$  é o volume do cilindro utilizado para obtenção das amostras indeformadas de solo ( $\text{cm}^3$ ).

#### **Cálculo dos estoques de C do solo**

Os estoques totais de COS ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) para cada profundidade amostrada foram calculado utilizando-se a massa de solo equivalente ajustado a espessura do solo, como descrito por Ellert et al. (2001), para correção dos erros introduzidos em virtude da variação na densidade do solo ( $D_s$ ). Desta maneira, os estoques totais foram calculados pela seguinte equação (1).

$$\text{Estoque COS (Mg ha}^{-1}\text{)} = C_{\text{conc.}} * D_s * E */10 \quad (1)$$

onde,

$C_{\text{conc.}}$  = concentração de C ( $\text{kg Mg}^{-1}$ );

$D_s$  = densidade do solo ( $\text{Mg m}^{-3}$ );

$E$  = espessura da camada;

#### **Calculo da matéria orgânica do solo**

$$\text{Matéria orgânica (g kg}^{-1}\text{)} = C \text{ (g kg}^{-1}\text{)} \times 1,724$$

A razão estratificada deu se pelo valor de carbono orgânico total da camada 0,0 – 0,10 m dividido assim pelo valor de COT da camada 0,80 – 1,00 m.

### **4.3. Fracionamento Físico da Matéria Orgânica**

O fracionamento físico granulométrico foi determinado segundo metodologia de Cambardella e Elliot (1992). Foram pesado 15 g de TFSA, sendo adicionados 45 mL de solução de hexametáfosfato de sódio ( $5 \text{ g L}^{-1}$ ). As amostras foram homogeneizadas por 16 horas em agitador horizontal a 180 rotações por minuto e após essa etapa, as mostra foram peneiradas utilizando peneira com malha de  $53 \mu\text{m}$ , com auxílio de jatos de água injetados com uma pisceta.

O material que ficou retido na peneira consiste no carbono orgânico particulado (COp), associado a fração areia e o que passou na peneira é denominado de carbono orgânico associado ao silte + argila (Coam). Todo o material que ficou retido na peneira foi transferido para placa de petri e seco em estufa ( $60^\circ \text{C}$ ) por 24 horas. Após essa



etapa, o material foi moído em gral de porcelana e analisado o teor de carbono orgânico segundo metodologia da Embrapa (1997). O teor de CO na Coam foi obtido por diferença entre o CO do solo e aquele do Cop.

### **Cálculos do teor de carbono na fração particulada da matéria orgânica do solo (COP)**

$$C-Total = (A) * (\text{molaridade e do SFA}) * (0,003) * 100 / \text{peso da amostra (g)}$$

Onde,

$$A = (BA-S) * (BNA-BA) + (BA-S) / BNA \quad (1)$$

A = Fator de correção.

Molaridade do SFA = Molaridade do sulfato ferroso amoniacal ( $0,4 \text{ mol L}^{-1}$ )

BA = Média da leitura dos brancos aquecidos.

S = Média da leitura das amostras (repetições analíticas).

BNA = Média da leitura dos brancos sem aquecimento

0,003 = Referente à razão  $[(0,001 \times 12)/4]$ , onde 0,001 é o fator para transformar em  $\text{g mmol}^{-1}$ ; 12 é o peso atômico do carbono e 4 é o número de elétrons transferidos no processo de oxidação  $[C(0) \rightarrow C(IV)]$ ;

\*100 = transformar o resultado para %.

### **Calculo do carbono orgânico associado aos minerais**

$$COM = COT - COP \quad (2)$$

COM = Carbono orgânico associado aos minerais ( $\text{dag.kg}^{-1}$ );

COT = Carbono orgânico total do solo ( $\text{dag.kg}^{-1}$ );

COP = Carbono orgânico particulado ( $\text{dag.kg}^{-1}$ ).

Para a estimativa do índice de manejo do carbono (IMC), utilizou-se a seguinte fórmula:  $IMC = IEC \times IL \times 100$ , sendo IEC, o índice de estoque de carbono, calculado através da relação entre os estoques de carbono da área sob diferentes coberturas em relação à área de referência caatinga nativa ( $IEC = C_{trat}/C_{ref}$ ), considerando, e IL, índice de labilidade da matéria orgânica, sendo determinada pela labilidade das coberturas “pastagem e agrícola” e labilidade da área de referência ( $IL = L_{trat}/L_{ref}$ ). A labilidade (L) será determinada pela fórmula:  $L = EsCOP/Est\ Coam$ , sendo EsCOP, os

estoques de matéria orgânica particulada e Est Coam os estoques de matéria orgânica associada à silte + argila (Blair et al., 1995).

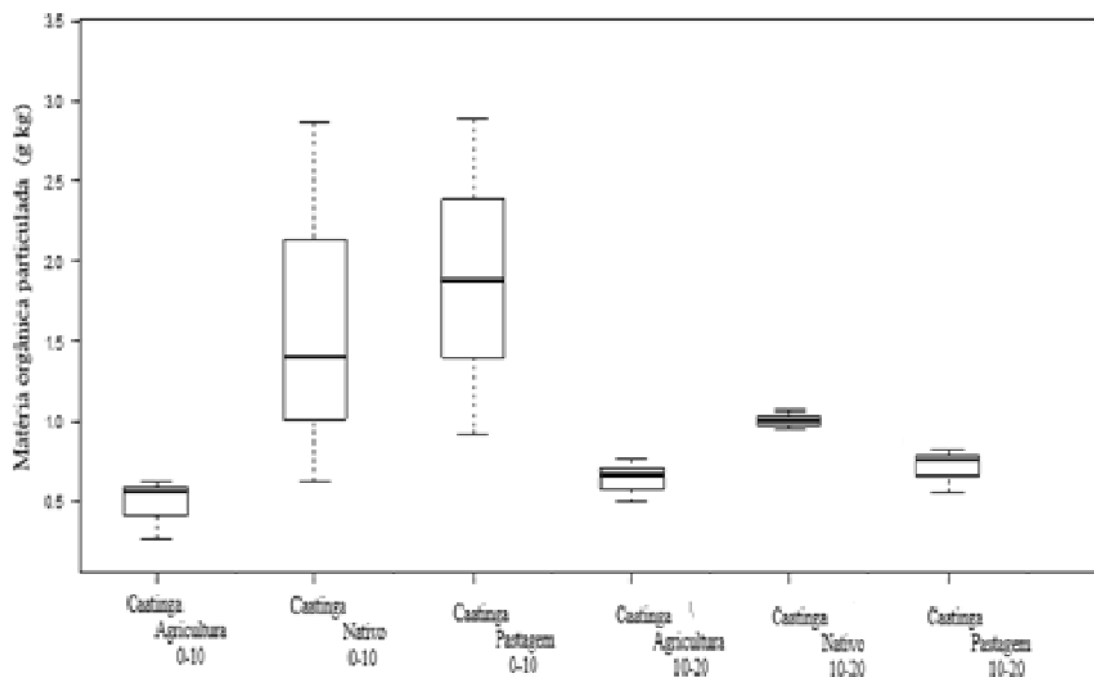
#### **4.4. Análise estatística**

Para avaliar o efeito das coberturas em diferentes profundidades (ANOVA two-way). Os dados foram apresentados em box-plot. Utilizaram-se os pacotes "stat" e "vegan" no software livre R. Para o teste de médias da razão estratificada utilizou-se o programa do software livre Past3 da Universidade de Oslo.

### **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para as variáveis matéria orgânica particulada (MOP), carbono associado a matéria orgânica particulada (COM) e o índice de manejo do carbono (IMC) o bioma caatinga, entre as formas de uso do solo, as profundidades obtiveram diferenças significativas pelo teste de “F” ( $p < 0,01$ ). No entanto para os usos do solo C-MOP não apresentaram diferenças significativas.

Como podemos observar na Figura 3, o fracionamento físico da MOS mostrou maior conteúdo de C na fração matéria orgânica particulada (MOP) para todas as coberturas do solo na camada 0-20 cm, exceto para o uso com agricultura. Na profundidade de 0-10 cm os valores máximos que foram encontrados de MOP para agricultura, na caatinga nativa e pastagem (1,5; 2,4 e 3,2 g kg<sup>-1</sup>), respectivamente. Na profundidade superficial do solo (10-20 cm) a agricultura e vegetação nativa na Caatinga apresentaram os maiores valores de MOP (0,6 e 1,0 g kg<sup>-1</sup>), respectivamente.

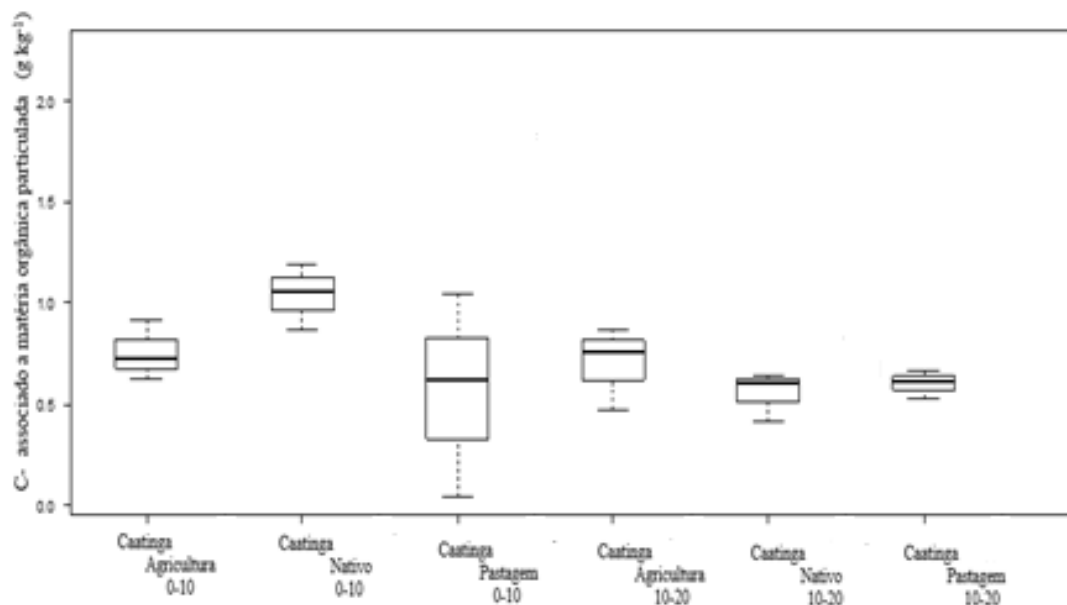


**Figura 3.** Matéria orgânica particulada (MOP) em domínio de Caatinga sob três coberturas vegetais (agricultura, vegetação nativa e pastagem) nas profundidades 0-10; 10-20 cm.

Christensen (1992) relata que o acúmulo da matéria orgânica particulada está diretamente relacionado pelo uso da terra, tipo de vegetação e outros fatores que alteram o balanço entre a produção e a decomposição da matéria orgânica. Os contínuos e variados aportes de MOS, aliados ao efeito de estabilidade dos macroagregados, como ao histórico de apenas utilizar a irrigação na pastagem, e com as perturbações mecânicas na agricultura, possivelmente explicam os resultados.

Resultados parecidos foram encontrados por (Correia et al., 2015) em áreas de Caatinga paraibana, a cobertura do solo com pastagem apresentou resultados semelhantes ao da vegetação nativa para a variável MOP, devido ao acúmulo de resíduos proporcionados pelas gramíneas.

Diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) foram encontradas no conteúdo de C na fração da MOP para todas as coberturas dos solos (Figura 4). Na profundidade 0-10 cm os maiores valores de C-MOP foram encontrados para vegetação nativa e pastagem na Caatinga. No entanto, agricultura na profundidade 10-20 cm, teve o valor máximo nas variações nos conteúdos de C- MOP para as coberturas do solo.

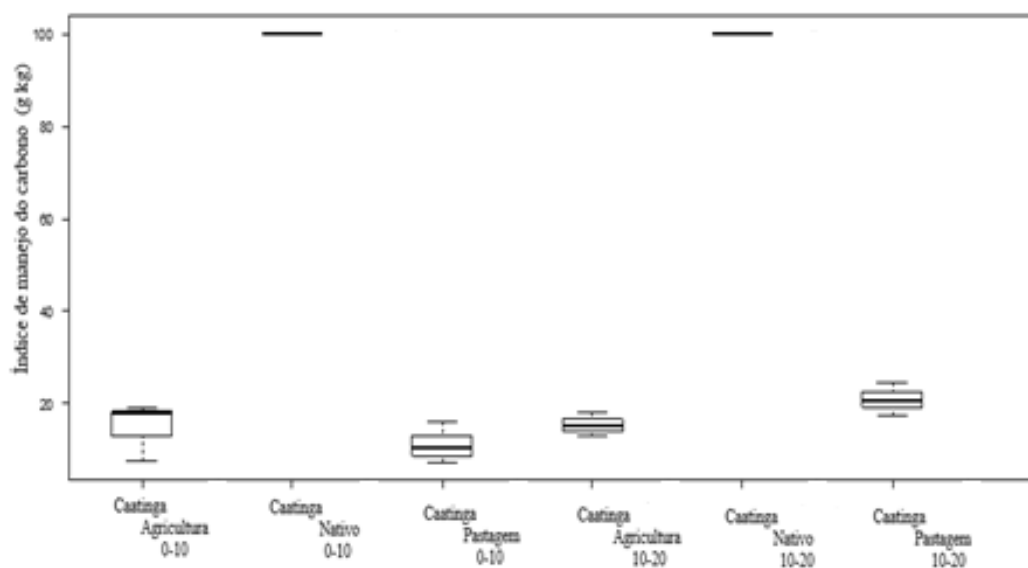


**Figura 4.** Carbono da matéria orgânica particulada (C-MOP) em domínio de Caatinga sob três coberturas (agricultura, vegetação nativa e pastagem) nas profundidades 0-10; 10-20 cm.

De acordo com Culman et al., (2012) a permanência de MOP no solo é essencial, devido a sua capacidade de fornecer nutrientes as plantas e estimular a atividade dos microrganismos presente no solo.

É recomendado que o solo apresente quantidade adequada de C-MOP, essa quantidade melhora o fluxo de C para o solo e a manutenção da atividade microbológica. Caso contrário o solo que não apresente C-MOP suficiente para suprir suas necessidades, resultará na redução do estoque de carbono, o que provavelmente iniciará o processo de perda e degradação do solo (Causarano et al., 2008; Salton et al., 2011).

As coberturas de solo salvo a vegetação de referência (caatinga nativa) apresentaram valores de IMC inferiores (Figura 5).



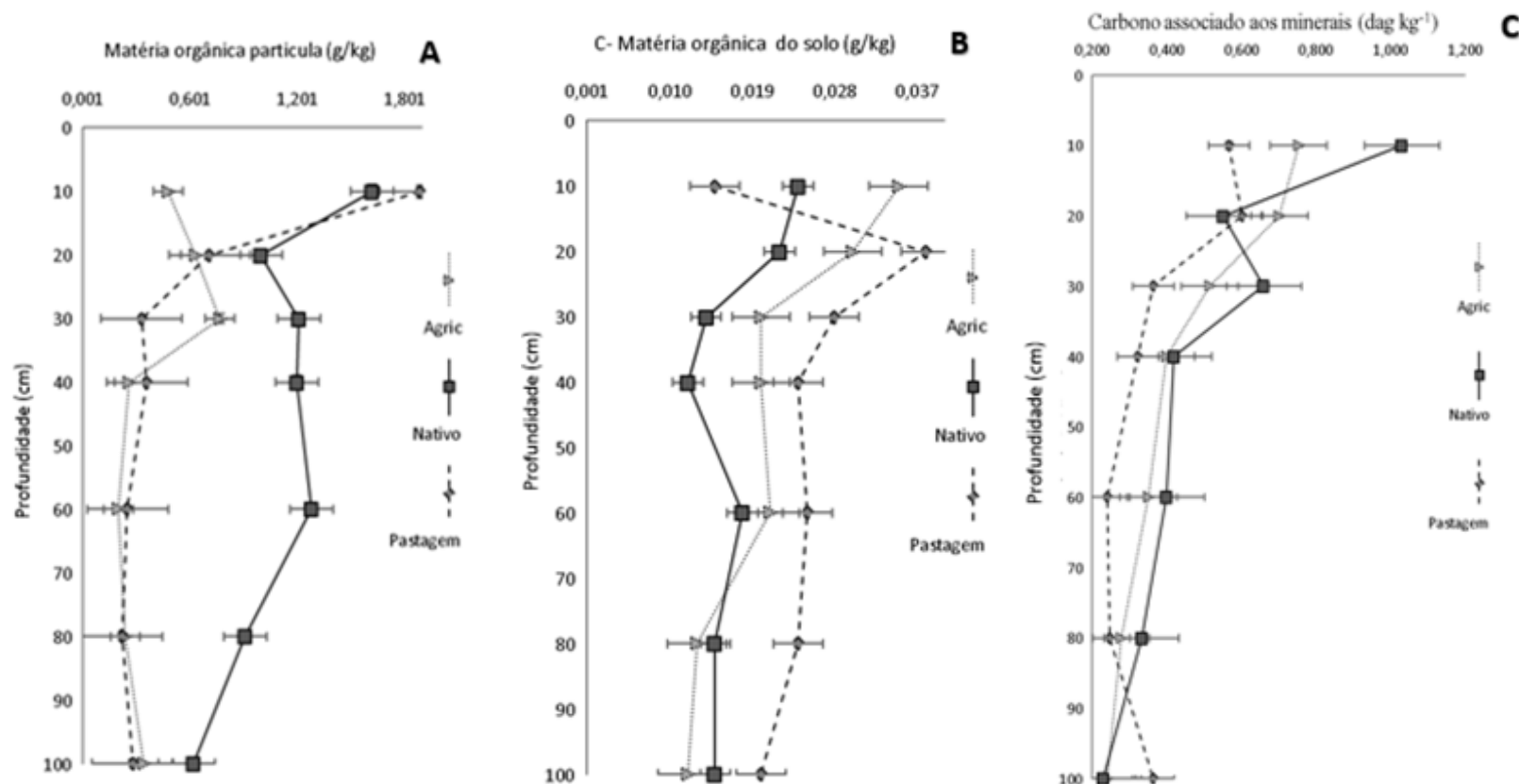
**Figura 5.** Índice de manejo do carbono (IMC) em áreas sobre o domínio da Caatinga sob três formas de uso da terra (agricultura, vegetação nativa e pastagem) nas profundidades 0-10; 10-20 cm.

O índice de Manejo de Carbono (IMC) é um indicador de qualidade do manejo de solo e permite avaliar o ganho ou perda de qualidade do solo: quanto maior o IMC, maior a sua qualidade (Diekow, 2005).

O IMC na agricultura e pastagem em área de domínio da caatinga foi (14,9 e 11,2) respectivamente na camada 0-10 cm. O uso do solo com pastagem na Caatinga apresentou valores de IMC de pastagem e agricultura (20,9 e 9,0) respectivamente na camada de 0-20 cm. Apresentando valores muito inferiores ao da caatinga nativa, são coberturas que nessas condições de histórico possuem impacto negativo..

Sales et al. (2017) avaliando índice de manejo do carbono em Latossolo do semiárido brasileiro sob diferentes sistemas de manejo com diferentes culturas irrigadas, concluíram que os sistemas de cultivos com milho, soja e girassol apresentaram IMC menores que os solo com vegetação natural, evidenciando o impacto negativos dos sistemas de manejo do solo sobre a qualidade da MOS, em média as culturas apresentaram (84,2; 75,3 e 66,8 e 100), na camada 0-40 cm, respectivamente

A substituição da vegetação nativa por sistemas de uso agrícola causou reduções nos teores de matéria orgânica particulada (MOP) e C - associado aos minerais (COM), no entanto, essa mudança aumentou os teores de C- associado a matéria orgânica particulada (C- MOP) (Figura 6 A, B e C).



**Figura 6.** A Distribuição vertical da matéria orgânica particulada (MOP) e **B** - Carbono associado a matéria orgânica particulada (C-MOP) e **C** – Carbono associado aos minerais (COM) sob três coberturas de solo (agricultura, caatinga nativa e pastagem) (agricultura, mata nativa e pastagem) nas profundidades(0-10, 10-20, 20-30, 0-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm)..

Na camada superficial do solo (0-30 cm), os maiores valores de MOP foram encontrados para pastagem e caatinga nativa (Figura 6 A). Na camada subsuperficial (40-100 cm), a caatinga nativa apresentou maiores valores, enquanto as outras coberturas apresentaram valores significativamente menores. Nas coberturas agrícola e pastagem, os maiores valores de MOP foram encontrados na pastagem na camada de 0-100 cm. Os menores valores MOP foram encontrados na agricultura, esse resultado pode estar associado ao menor aporte de biomassa, em razão da queima dos restos culturais na área. Essa prática é comum na região do estudo, os pequenos agricultores em decorrência da falta de assistência técnica acabam realizando o manejo incorreto. Na caatinga nativa, o aporte constante de resíduos vegetais na superfície do solo, o não revolvimento do solo, contribui para o acúmulo de MOP (Rosseti et al., 2014).

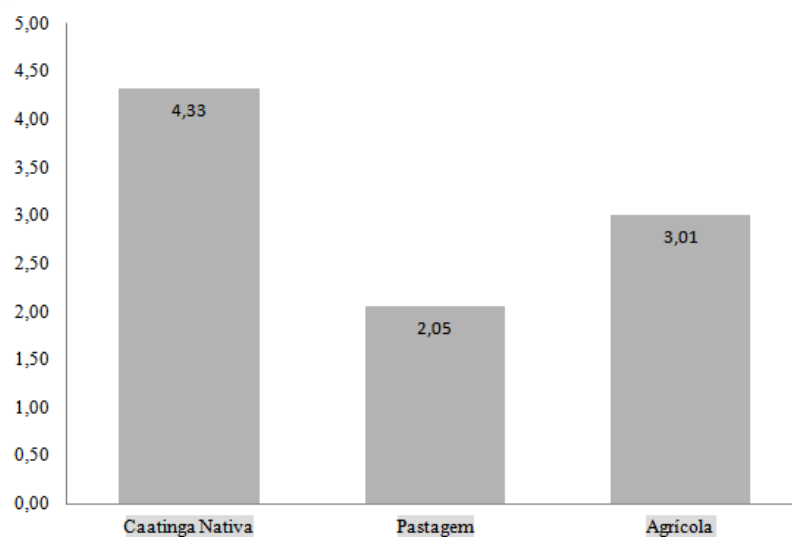
O fracionamento físico da MOS mostrou variação nos teores de C na fração MOP para todas as coberturas na camada de 0-100 cm (Figura 6 B). Nas demais coberturas fora a de referência (caatinga nativa), o maior teor de C-MOP foi encontrado no uso do solo com agricultura,  $0,035 \pm 0,014$  e  $0,015 \pm 0,013 \text{ g kg}^{-1}$  para agricultura e pastagem, respectivamente. Nas camadas 20-30; 30-40; 40-60; 60-80- e 80-100 cm os valores mais altos de C-MOP foram observados na área com pastagem. Segundo Carneiro et al. (2013), a pastagem está associada ao elevado aporte de material vegetal presente na superfície do solo. No entanto, a utilização de diferentes culturas apresenta diferentes acúmulos de carbono no solo (Diekow, 2005).

Os menores teores de C fração C-MOP foram encontrados na caatinga nativa. Nas regiões de clima tropicais, a decomposição do solo é acelerada, devido a altas temperaturas e umidade. Segundo Salton, (2011) nos ambientes de climas tropicais a fração mais grosseira da matéria orgânica (C- MOP) representa 20% da M.O. total do solo. A concentração de C-MOP diminuiu com o aumento da profundidade do perfil sob as coberturas, exceto para pastagem onde elevou o C nas camadas mais profundas.

Os maiores teores de C na fração COM foram encontrados nos solos com vegetação natural (Figura 6 C). A substituição da caatinga nativa por sistemas de uso agrícolas causou reduções nos teores de COM na profundidade de 0-100 cm. Na cobertura agrícola, na camada superficial do solo (0-30 cm), os maiores valores ( $p < 0,05$ ) foram encontrados na agricultura. Nas camadas 40-60 e 60-80 cm agricultura também apresentou resultados superiores a pastagem, exceto na camada 80-100 cm, a pastagem superou a agricultura.

No geral, a caatinga nativa foi a que apresentaram maiores teores de C na fração COM, (3,6; 3,2 e 2,7 dag kg<sup>-1</sup>) na camada de 0-100 cm, respectivamente. Este resultado deve-se, possivelmente, a qualidade dos resíduos vegetais depositados na superfície do solo ecossistema natural em relação as demais coberturas (Balin et al., 2017). Segundo Ferreira et al. (2016), o C armazenado em MOP representa menos de 18% do COT. Na região do estudo, onde o clima é tropical, a decomposição é acelerada devido às altas temperaturas e umidade.

Observou-se uma tendência de maiores valores na taxa de estratificação do carbono orgânico na caatinga nativa e o segundo maior no manejo agrícola, fato que pode ser explicado no caso da nativa pela preservação da área e diferentes componentes vegetais presentes em uma área de floresta.



**Figura 7.** Média de razão estratificada do carbono orgânico total, tomando como referência a camada de 0-10 cm dividida pela camada 80- 100 cm, para cada cobertura de solo.

No cultivo agrícola, as diferentes culturas plantadas criando uma situação de diferentes raios de profundidades e conformidades de raízes como o que foi encontrado por Júnior (2008) ao qual identificou o uso de adubos verdes em cultivos de café aumentou a quantidade de carbono orgânico, sendo que fazia poucos anos em que a mata foi substituída por sistema agrícola, pode demonstrar neste parâmetro, sendo o menos degradativo comparado à pastagem.

**Tabela 2.** Sendo significativas (5%) as diferenças entre as coberturas entre caatinga nativa e pastagem, a partir do teste de Fisher-Bonferroni, os valores estão em destaque.



	Caatinga Nativa	Pastagem	Agrícola
Caatinga Nativa		0,03	0,07
Pastagem	0,03		0,66
Agrícola	0,07	0,66	

No sistema pastagem foi identificado que é o mais degradativo dos manejos, podendo ser corroborado por Costa (2000) em estudos feitos em Chernossolos na Bahia com pastagem foi identificado que quando mal conduzido, o ambiente degradou-se muito rapidamente, porém, Santos (2001) estudando recuperação de áreas degradadas em Alagoinha-PB em Nitossolos o capim-elefante se tornou uma cultura para pastagem que promove a recuperação de áreas degradadas e aumento de carbono orgânico, todavia, estes solos possuem características intrínsecas de maior fertilidade natural do que os Latossolos, é necessário, então, promover mais estudos, corroborando-os para que a pastagem seja delimitada como o sistema de manejo mais degradativo.

## 6. CONCLUSÕES

A distribuição vertical do carbono afeta a quantidade de MOP, C- MOP, COM e IMC dos sistemas de uso do solo estudados.

As coberturas pastagem e agricultura diminuiu os valores de MOP, C-MO e COM no perfil do solo, nenhuma dessas coberturas teve capacidade de restaurar os valores inicial do solo, dificultado a proteção dessas frações no solo.

Entes os usos do solo, a pastagem mostrou-se com potencial de manter o C protegido nas frações do solo, devido suas raízes como principal fonte de armazenamento do carbono no solo.

As coberturas do solo com pastagem e agricultura apresentam índice de manejo de carbono inferior a 100, o que indica impacto negativo do manejo do solo sobre a qualidade física dessas áreas.

A razão de estratificação do carbono orgânico mostrou potencial ao ser sensível em identificar diferenças nos sistemas de manejo, como parâmetro de qualidade de solo.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da Caatinga: Uma investigação Geográfica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009.
- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da Caatinga: Uma investigação ecogeográfica. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 9, n. 1, p. 143-155, 2008.
- ALVES, M. C.; SUZUKI, E. A. S. Influência de diferentes sistemas de manejo do solo na recuperação de suas propriedades físicas. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 27-34, 2004.
- AMADO, T. J. C.; BAYER, C. ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 25: 189-197, 2001.
- ARAÚJO, E. A.; KER, J. C.; MENDONÇA, E. S.; SILVA, I. R.; OLIVEIRA, E. K. Impacto da conversão floresta-pastagem no estoque e dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo na biomassa amazônica. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 41, n. 1, p. 103-114, 2011.
- ARDÖ, J.; OLSSON, L. Assessment of soil organic carbon in semi-arid Sudan using GIS and the CENTURY model. **Journal of Arid Environments**, v. 54, p. 633-651, 2003.
- BALDOCK, J. A. **Interactions of organic materials and microorganisms with minerals in the stabilization of soil structure**. John Wiley & Sons, Ltd: Chichester, West Sussex, UK, 2002.
- BALDOCK, J.A.; SKJEMSTAD, J.O. Role of the soil matrix and minerals in protecting natural organic materials against biological attack. **Organic Geochemistry**, Oxford, v.31, n. 7-8, p. 697-710, 2000.
- BALDOTTO, M. A.; VIERA, M. E.; SOUZA, BALDOTTO, L. E. B. Estoque e frações de carbono orgânico e fertilidade de solo sob floresta, agricultura e pecuária. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n. 3, p. 301-309, 2015.
- BALIN, M. N.; ZIECH, A. R. D.; OLIVEIRA, J. P. M.; GIRARDELLO, V. C.; STUMPF, L. Frações da matéria orgânica, índice de manejo do carbono e atributos Físicos de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 18, p. 85-94, 2017.
- BARRETO, H. F. M. et al. Impactos ambientais do manejo agroecológico da caatinga no Rio Grande do Norte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 10, p. 1073-1081, 2010.
- BARRETO, H. F. M.; SOARES, J. P. G.; MORAIS, D. A. E. F.; SILVA, A. C. C.; SALMAN, A. K. D. Impactos ambientais do manejo agroecológico da caatinga no Rio

Grande do Norte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 10, p. 1073-1081, 2010.

BATISTA, I.; CORREIA, F. E. M.; PEREIRA, G. M., BIEULUCZYK, W. SCHIAVO, A. J.; ROUWS, C. R. J. Frações oxidáveis do carbono orgânico total e macrofauna edáfica em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 3, 2014.

BAVOSO, M. A. et al. Preparo do solo em áreas de produção de grãos, silagem e pastejo: efeito na resistência tênsil e friabilidade de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 227-234, 2010.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T.J.C.; MARTIN NETO, L. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in Southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 54, p. 101-109, 2000.

BLAIR, G. J.; LEFROY, R. D. B. E.; LISLE, L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and development of a carbon management index for agricultural systems. **Australian Journal of Agricultural Research**, Canberra, v. 46, p. 1459-1466, 1995. [doi. org/10.1071/AR9951459](https://doi.org/10.1071/AR9951459).

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. Porto Alegre: Bookmann, 2013.

CAMBARDELLA, C. A.; ELLIOT, E. T. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 56, n. 03, p. 777-783, 1992.

CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D.; PAULINO, H.B.; SALES, L.E.O.; VILELA, L.A.F. Atributos indicadores de qualidade em solos de Cerrado no entorno do Parque Nacional das Emas, Goiás. **Bioscience Journal**. 29, 1857-1868, 2013.

CAUSARANO, H.J.; FRANZLUEBBERS, A.J.; SHAW, J.N.; REEVES, D.W.; RAPER, R.L.; WOOD, C.W. Soil organic carbon of raction sand aggregation in the Southern Piedmont and coastal plain. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 72, p. 221-230, 2008.

CHAVES, I. B. et al. Estimativa da erodibilidade e sua relação com outros atributos dos solos do Estado da Paraíba. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15, 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004.

CHAVES, I. B.; FRANCISCO, P. R. M.; LIMA, E. R. V.; CHAVES, L. H. G. Modelagem e mapeamento da degradação da Caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 1, p. 183-195, 2015.

CHRISTENSEN, B.T. Structure and organic matter storage in agricultural soils. In: CARTER, M.R.; STEWART, B.A. (Ed.). **Structure and organic matter storage in agricultural soils**. Boca Raton: CRC, 1996. p.97-165.

CHRISTENSEN, B.T. Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. **European Journal of Soil Science**, 52:345-353, 2001.

COLEMAN, D.C., OADES, J.M., UEHARA, G. **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems**. Honolulu: NifTAL Project, University of Hawaii at Manoa, USA, 1989. p.173-200.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO SÃO FRANCISCO - CODEVASF. **Projeto Massangano. Levantamento pedológico detalhado e classificação de terra para irrigação**. 1976.

CORRÊA, R.M.; FREIRE, M.B.G.; FERREIRA, R.L.C.; SILVA, J.A.A.; PESSOA, L.G.M.; MIRANDA, M.A.; MELO, D.V.M. Atributos físicos de solos sob diferentes usos com irrigação no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, 14: 358–365, 2010.

CORREIA, K. G. et al. Atividade microbiana e material orgânico leve em áreas de caatinga de diferentes estágios sucessionais no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 1, p. 196-202, 2015.

COSTA, E. M. et al. Matéria orgânica do solo e seu papel na manutenção e produtividade de sistemas agrícolas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 1842-1860, 2013.

COSTA, N. R. et al. Atributos do solo e acúmulo de carbono na integração lavoura-pecuária em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 39: 852-863, 2015.

COSTA, O. V. et al. Cobertura do solo e degradação de pastagens em área do domínio de Chernossolos no sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 843-856, 2000.

COSTA, Oldair Vinhas et al. Cobertura do solo e degradação de pastagens em área de domínio de Chernossolos no sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 4, 2000.

CULMAN, Steven W. et al. Permanganate oxidizable carbon reflects a processed soil fraction that is sensitive to management. **Soil Science Society of America Journal**, v. 76, n. 2, p. 494-504, 2012.

DEUS, R. M.; BAKONYI, S. M. C. O impacto da agricultura sobre o meio ambiente. **Reget**, Santa Maria, v. 7, n. 7, p. 1306-1315, 2012.

DEXTER, A.R. & YOUNGS, I.M. Soil physic toward 2000. **Soil Tillage Research**, 24:101-106, 1992.

DIAS-FILHO, M. B. **Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens degradadas**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 34 p.

DIEKOW, J.; MIELNICZUK, J.; KNICKER, H.; BAYER, C.; DICK, D.P.; KOGEL-KNABNER, I. Carbon and nitrogen stocks in physical fractions of a

subtropical Acrisol as influenced by long-term no-till cropping systems and N fertilization. **Plant and Soil**, v. 268, p. 319-328, 2005.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W. et al. (Eds.) **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: SSSA, 1994. v. 1, cap. 1, p. 3-21.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **Manual de Métodos de análise de solo**. 3ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 573 p. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **Pastagens no Brasil**. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-bovina/producao-de-carne-bovina/pastagem>>. Acesso em: 02 dez. 2018.

ESTADOS UNIDOS. **Department of Energy. Sequestration of carbon: State of the science**. Washington, 1999. Não Paginado.

FERREIRA B. A. E.; BUSTAMANTE C. M. M.; RESCK S. V. D.; FIGUEIREDO C. C.; PINTO A. S.; MALAQUIAS V. J. Carbon Stocks in Compartments of Soil Organic Matter 31 Years After Substitution of Native Cerrado Vegetation by Agroecosystems. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 40, 50-59, 2016.

FRAGA, V. S.; SALCEDO, I. H. Declines of organic nutrient pools in tropical semi-arid soils under subsistence farming. **Soil Science Society of America Journal**, v. 68, p. 215-224, 2004.

FRANZLUEBBERS, A.J. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. **Soil Tillage Research**, 66:95-106, 2002.

FRANZLUEBBERS, A.J. Water infiltration and soil structure related to organic matter and its stratification with depth. **Soil Tillage Research**, 66:197-205, 2002.

FRANZLUEBBERS, A.J.; ARSHAD, M.A. & RIPMEESTER, J.A. Alterations in canola residue composition during decomposition. **Soil Biology and Biochemistry**, 28:1289-1295, 1996.

FREIXO, A. A. et al. Estoques de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista brasileira de ciência do solo**, Viçosa, v. 26, n. 2, 2002.

GAZOLLA, P. R. et al. Frações de matéria orgânica do solo sob pastagem, sistema plantio direto e integração lavoura-pecuária. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 693-704, 2015.

GONÇALVES, W. G.; JIMENEZ, R. L.; ARAÚJO FILHO, J. V.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; PIRES, F. R. Sistema radicular de plantas de cobertura sob compactação do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, p. 67-75, 2006.

HERMLE, S.; ANKEN, T.; LEIFELD, J.; WEISSKOPF. The effect of the tillage system on soil organic carbon content under moist, cold-temperate conditions. **Soil and Tillage Research**, v. 98, p.94- 105, 2008.

HOLANDA JÚNIOR, E.V. **Sistemas de produção de pequenos ruminantes no semiárido do Nordeste brasileiro**. Sobral: Embrapa Caprinos, 2006. 49p. (Embrapa Caprinos. Documentos, 66).

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; BURGOS, N. P. S. C. P. **Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Recife, MA/DNPEA-SUDENE/DRN, 1973. (Boletim Técnico, 26).

JANDL, R.; RODEGHIERO, M.; MARTINEZ, C.; COTRUFO, M. F.; BAMPA, F.; VAN WESEMAEL, B.; HARRISON, R. B.; GUERRINI, I. A.; DE RICHTER, D. D.; RUSTAD, L.; LORENZ, K.; CHABBI, A.; MIGLIETTA, F. Current status, uncertainty and future needs in soil organic carbon monitoring. **Science Total Environment**, 468-469, p. 376-383, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.08.026>.

JANZEN, H. H.; CAMPBELL, C. A.; BRADT, S. A.; LAFOND, G. P.; TOWNLEY-SMITH, L. **Soil Science Society of America Journal**. 1992, 56, 1799.

JARBAS, T.; SÁ, J. B.; PETRERE, V. G.; TAURA, T. A. **Árvore do conhecimento: Bioma Caatinga**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 01 dez. 2018.

KÖCHY, M.; HIEDERER, R.; FREIBAUER, A. **Global distribution of soil organic carbon – Part 1: Masses and frequency distributions of SOC stocks for the tropics, permafrost regions, wetlands, and the world**. *Soil*, 1, 351-365, 2015.

LEITE, L. F. C.; DORAISWAMY, P. C.; CAUSARANO, H. J.; GOLLANY, H. T.; MILAK, S.; MENDONCA, E. S. Modeling organic carbon dynamics under no-tillage and plowed systems in tropical soils of Brazil using CQESTR. **Soil & Tillage Research**, v. 102, p. 118-125, 2009.

LIMA, L. M. C.; SANTOS, T. E. M.; SOUZA, E. R.; OLIVEIRA, E. L. Práticas de manejo e conservação do solo: Percepção de agricultores da região semiárida pernambucana. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 11, n. 4, p. 148-150, 2015.

LIMA, R. P.; FERNANDES, M. M.; FERNANDES, M. R. M.; MATRICARDI, E. A. T. Aporte e decomposição de serapilheira na caatinga no sul do Piauí. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 22, n. 1, p. 42-49, 2015.

LIRA, R. B.; DIAS, N. S.; ALVES, S. M. C.; BRITO, R. F.; SOUSA NETO, O. N. Efeitos do sistema de cultivo e manejos da Caatinga através da análise dos indicadores químicos de qualidade do solo na produção agrícola. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 3, p. 18-24, 2012.

LIRA, R. B.; DIAS, N. S.; ALVES, S. M. C.; BRITO, R. F.; SOUSA NETO, O. N. Efeitos dos sistemas de cultivo e manejos da Caatinga através da análise dos indicadores

químicos de qualidade do solo na produção agrícola. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 3, p. 18-24, 2012.

MELO FILHO, J. F.; SOUZA, A. L. V. O manejo conservação do solo no semiárido baiano: Desafios para a sustentabilidade. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 7, n. 3, p. 50-60, 2006.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. MAPA. **Agricultura familiar**. Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/noticias/economia-e-financas/2018/06/agricultura-familiar-brasileira-e-a-8a-maior-produtora-de-alimentos-do-mundo>>. Acesso em: 02 dez. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. **Bioma Caatinga**. Disponível em:< <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>>. Acesso em: 02 dez 2018.

MOURA, J. A. et al. Recuperação basal e relação de estratificação em solo cultivado com citrus e tratado com resíduos orgânicos no estado de Sergipe. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 731-746, 2015.

NIERO, L. A. C. et al. Avaliações visuais como índice de qualidade do solo e sua validação por análises físicas e químicas em um Latossolo Vermelho distroférrico com usos e manejos distintos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1271-1282, 2010.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. C. et al. Indicadores químicos de qualidade da matéria orgânica de solo da sub-bacia do Rio das Mortes sob manejos diferenciais de cafeeiro. **Química Nova**, v. 31, n. 7, p. 1733-1737, 2008.

OLIVEIRA, J. A influência do relevo como fator de formação de solos: Uma análise na área da Embrapa, Sete Lagoas - MG. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 10, n. 1, p. 1-4, 2014.

PEREIRA FILHO, J. M.; SILVA, A. M. A.; CÉZAR, M. F. Manejo da Caatinga para a produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 14, n. 1, p. 77-90, 2013.

PEREIRA, R. G.; ALBUQUERQUE, A. W.; CAVALCANTE, M.; PAIXÃO, S. L.; MARACAJÁ, P. B. Influência dos sistemas de manejo do solo sobre os componentes de produção do milho e *Brachiaria decumbens*. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 64-71, 2008.

PRESTON, C. M. Applications of NMR to soil organic matter analysis: history and prospects. **Soil Science**, Baltimore, v. 161, p. 144-166, 1996.

RIBEIRO, L. R. P. **Efeitos de plantas de cobertura e da adubação nitrogenada nas frações da matéria orgânica do solo e na produtividade do milho**. 53 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - Universidade de Brasília, 2016.

RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O. R.; LLANILO, R. F.; FERREIRA, R. Compactação do solo: Causas e efeitos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 321-344, 2005.

ROCHA JÚNIOR, P. R.; SILVA, V. M.; GUIMARÃES, G. P. Degradação de pastagens brasileiras e práticas de recuperação. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 9, p. 952-968, 2013.

ROSCOE, R.; BODDEY, R. M.; SALTON, J. C. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. In: **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: Modelagem matemática e métodos auxiliares**. ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. (Eds.). Dourados, Embrapa, 2006. p. 17-42.

ROSSETI, K. de V.; TEIXEIRA, D. D. B.; REIS, I. M. S.; CENTURION, J. F. Agregação de um Latossolo em função de diferentes ciclos de cultivo de cana-de-açúcar sob colheita mecanizada. **Revista Agro@mbiente**, v.8, p.10-17, 2014.

ROSSI, C. Q. et al. Frações húmicas da matéria orgânica do solo cultivado com soja sobre palhada de braquiária e sorgo. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p. 622-630, 2011.

SALES, R. P.; PEGORADO, R. F.; PORTUGAL, A.F.; MOREIRA, A. A.; KONDO, M. K. Organic matter fractions of an irrigated oxisol under no-till and conventional tillage in the brazilian semi-arid region. **Rev. Caatinga, Mossoró**, v. 30, n. 2, p. 303 – 312, 2017.

SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. S. B. **Matéria orgânica do solo no bioma Caatinga. In: Fundamentos de Matéria Orgânica do Solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2ª Ed. SANTOS, G. A.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Eds). Porto Alegre, Metrópole, p. 419-441, 2008.

SALTON, J. C.; TOMAZINI, M. **Sistema radicular de plantas e qualidade do solo**. Dourados: Embrapa, 2014. 6 p.

SALTON, J. C; MIELNICZUK, J. BAYER, C; FABRÍCIO, C. A; MACEDO, M. C. M; BROCH, D. L. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1349-1356. 2011.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRÍCIO, A.C.; MACEDO, M.C.M.; BROCH, D.L. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1349-1356, 2012.

SAMPAIO, E. U. S. B.; COSTA, T. L. Estoques e fluxos de carbono no semiárido nordestino: Estudos preliminares. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 6, n. 1, p. 1275-1291, 2011.

SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, M. S. B.; SAMPAIO, Y. S. B. Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação do Nordeste do Brasil. **Revista de Geografia**, Dourados, v. 22, n. 1, p. 90-112, 2005.



SANTANA, J.A.S.; SOUTO, J. S. Produção de serapilheira na Caatinga da região semiárida do Rio Grande do Norte, Brasil. **IDESIA**, 29(2): 87-94, 2011. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292011000200011>.

SANTOS, A. C. et al. Gramíneas e leguminosas na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características químicas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 4, 2001.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T.; DREON, G. Fertilidade, teor de matéria orgânica do solo em sistemas de produção com integração lavoura, pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, 6:474-82, 2011.

SANTOS, I. L. D.; CAIXETA, C. F.; SOUSA, A. A. T. C. D.; FIGUEIREDO, C. C., RAMOS, M. L. G.; CARVALHO, A. M. D. Cover plants and mineral nitrogen: effects on organic matter fractions in an oxisol under no-tillage in the cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 6, p. 1874-1881, 2014.

SANTOS, I.L.D.; CAIXETA, C.F.; SOUSA, A.A.T.C.D.; FIGUEIREDO, C. C., RAMOS, M. L. G.; CARVALHO, A.M.D. Cover plants and mineral nitrogen: effects on organic matter fractions in anoxisol under no-tillage in the cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.38, n.6, p. 1874-1881, 2014.

SANTOS, L.A.C.; CAMPOS, M.C.C.; AQUINO, R.E.; BERGAMIN, A.C.; SILVA, D.M.P.; MARQUES JUNIOR, J. et al. Caracterização de Terras Pretas Arqueológicas no Sul do Estado do Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, p. 825-36, 2013.

SANTOS, M. C.; MERMUT, A. R.; RIBEIRO, M. R. Micromorfologia de solos com argila de atividade baixa no sertão de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 15:83-91, 1991

SANTOS, M. C.; SILVA, M. S. L.; ALMEIDA, B. G.; KLANT, E.; CAVALCANTI, A. C. Caracterização micromorfológica e considerações sobre gênese de solos de tabuleiro do semiárido do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 26: 1031-1063, 2002.

SCHRUMPF, M.; KAISER, K.; GUGGENBERGER, G.; PERSSON, T.; KÖGEL-KNABNER, I.; SCHULZE, E. D. Storage and stability of organic carbon in soils as related to depth, occlusion within aggregates, and attachment to minerals. **Biogeosciences**, v. 10, p. 1675-1691, 2013.

SEVERIANO, E. C.; OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; CURI, N.; COSTA, K. A. P.; CARDUCCI, C. E. Preconsolidation pressure, soil water retention characteristics, and texture of Latosols in the Brazilian Cerrado. **Soil Research**, v. 51, p. 193-202, 2013.

SHEN, W.; G. JENERETTE, D.; HUI, D.; PHILLIPS, R. P.; REN, H. Effects of changing precipitation regimes on dryland soil respiration and C pool dynamics at rainfall event, seasonal and interannual scales. **Journal of Geophysical Research**, v. 113, G03024, 2008.

SILVA FILHO, J.M. **Aspectos do manejo reprodutivo e do sêmen na inseminação artificial de éguas**. Viçosa: UFV, 1994. 497p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.

SILVA, A. R. et al. Influência de renque de Mognos Africanos nos atributos físicos e teor de carbono orgânico de um Latossolo Amarelo. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 3, p. 291-297, 2016.

SILVA, D. D. E.; FELIZMINO, F. T. A.; OLIVEIRA, M. G. Avaliação da degradação ambiental a partir da prática da cultura do feijão no município de Tavares – PB. **Holos**, Natal, v. 31, n. 1, p. 148-165, 2004.

SILVA, E. F.; LOURENTE, E. P. R.; MARCHETTI, M. E.; MERCANTE, F. M.; FERREIRA, A. K. T.; FUJII, G. C. Frações lábeis e recalcitrantes da matéria orgânica em solos sob integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1321- 1331, 2011.

SILVA, Fábio César da (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Org.) **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. MMA. – UFPE – Conservation International –Biodiversitas – Embrapa Semi-árido. Brasília. 2004. 382p.

SILVA, M.L.N.; CURI, N.; BLANCANEUX, P. Sistemas de manejo e qualidade estrutural de Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 35: 2485-2492, 2000.

SILVEIRA, M. M. L.; ARAÚJO, M. C. B.; SAMPAIO, E. V. S. B. Distribuição de Fósforo em diferentes ordens de solo do semiárido da Paraíba e Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 30: 281-291, 2006.

SISTI, C.P.J.; SANTOS, H.P. dos; KOHHANN, R.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in Southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, Madison, v. 76, p. 39-58, 2004.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de Caatinga na Paraíba, Brasil**. 2006. 146 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. C.; SANTOS, R. V.; BAKKE, I. A. Características químicas da serapilheira depositada em área de caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 1, p. 264-272, 2009.

SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. Caatinga e desertificação. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 131-150, 2015.

SOUZA, E.D.; CARNEIRO, M.A.C.; BARBOSA PAULINO, H.; RIBEIRO, D.O.; BAYER, C.; ROTTA, L.R. Matéria orgânica e agregação do solo após conversão de

“campos de murundus” em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 9, p.1194-1202, 2016.

SOUZA, E.D.; CARNEIRO, M.A.C.; PAULINNO, H.B.; SILVA, C.A.; BUZETTI, S. Frações de carbono, biomassa e atividade microbiana em um Latosso Vermelho sob Cerrado submetido a diferentes sistemas de manejo e usos do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, 28: 323-329, 2006.

SPYCHER, G.; SOLLINS, P.; ROSE, S. Carbon and nitrogen in the light fraction of a forest soil: vertical distribution and seasonal patterns. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 51, n. 1, p. 1390 – 1393, 1983.

STEVENSON, F. J. et al. **Cicles of soil carbono, nitrogen, phosphorus, sulfú, micronutrientes**. United States os America, John Willey & Sons, 1986, 380 p.

TARNOCAI, C.; CANADELL, J. G.; SCHUUR, E. A. G.; KUHRY, P.; MAZHITOVA, G., AND ZIMOV, S. Soil organic carbon pools in the northern circumpolar permafrost region. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 23, p. 1-11, 2009.

TORMENA, C. A. et al. Propriedades físicas e taxas de estratificação de carbono orgânico num Latossolo vermelho após dez anos sob dois sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 28: 1023-1031, 2004.

TORMENA, C. A., FRIEDRICH, R., PINTRO, J. C., COSTA, A. C. S., & FIDALSKI, J. Propriedades físicas e taxa de estratificação de carbono orgânico num Latossolo Vermelho após dez anos sob dois sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 6, 2004.

VALARINI, P. J. et al. Qualidade do solo em sistemas de produção de hortaliças orgânico e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 485-491, 2011.

VIEIRA, F.C.B.; BAYER, C.; ZANATTA, J.A.; DIECKOW, J.; MIELNICZUK, J.; HE, Z.L. Carbon management index based on physical fractionation of soil organic matter in an Acrisol under long-term no-till cropping systems. **Soil and Tillage Research**, v. 96, p. 195-204, 2007.

VITÓRIA, E. L. et al. Produtividade de plantas forrageiras em função do manejo do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 34, n. 5, p. 955-952, 2014.

VOLK, L. B. S.; COGO, N. P. Erosão hídrica, em três momentos da cultura do milho, influenciada por métodos de preparo do solo e semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 1, p. 565-574, 2014.

WANDER, M.M. & TRAINA, S.J. Organic matter fractions fromorganically and conventionally managed soils: I. Carbonand nitrogen distribution. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, 60:1081-1087, 1996.

WANDER, M.M.; BIDART, M.G. & AREF, S. Tillage impacts ondepth distribution of total and particulate organic matterin three Illinois soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, 62:1704-1711,1998.

ZINN, Y.L.; LAL, R. & RESCK, D.V.S. Changes in soil organic carbon stocks under agriculture in Brazil. *Soil Tillage Research*, 84:28-40, 2005.

